

RETROFIT OF MILING MACHINE

Jan Krejčí

Bachelor Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkrejc60@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zdeněk Bradáč

E-mail: bradac@feec.vutbr.cz

Abstract: This thesis deals with rebuild of manual milling machine BF20L into CNC milling machine and control using PLC. All axes are powered by stepper motors and controled by Beckhoff equipment and industrial computer C6015-0010. For digital control is used TwinCAT3 software and structured text as a standart PLC language.

Keywords: milling machine, CNC, PLC, TwinCAT3

1 ÚVOD

Tato práce se zabývá přestavěním manuální vrtačkofrézky BF20L na CNC frézku a její řízení pomocí PLC. Všechny osy jsou poháněny krokovými motory připojenými do speciálních řídících karet od společnosti Beckhoff. Softwarové řízení je provedeno pomocí programu TwinCAT 3, a průmyslového počítače C6015-0010.

2 POPSÁNÍ PRÁCE

Tato informativní práce je nadále popsána ve třech kapitolách, kde v první části je popsáno mechanické přestavění manuální frézky na CNC frézku a úskalí s tím spojené. Druhá část je věnována mechanické části z hlediska zapojení rozvaděče a všech možných komponent. Třetí a poslední část pojednává o programovém řešení digitální řízení, kde je možno jak manuální řízení pomocí PLC, tak i automatické ovládání pomocí G-kódu.

2.1 MECHANICKÁ KONSTRUKCE

Manuální vrtačkofrézka BF20L Vario je klasická tříosá frézka, kdy při pohledu zepředu je posuv doprava a doleva označován jako pohyb po ose X, posuv dopředu a dozadu je označován jako pohyb po ose Y a vertikální posuv, tedy posuv nahoru a dolů se značí pohybem po ose Z. Pro manuální ovládání frézky má každá osa jednu vlastní kličku a osa X má kličky dvě.

Při přestavění manuálního řízení na digitální byla použita speciální sada součástek v podobě jakéhosi „kitu“ na přestavbu frézky od firmy moobasi, který samotné ruční ovládání neodstraní, ale naopak ovládání jednotlivých os vylepší. Každou osu je tedy možné ovládat jak manuálně, tak i programově. Montování jednotlivých pouzder na jednotlivé osy proběhlo v rámci možností celkem snadně, až na osu Y kde se objednaná sada nedařila nainstalovat. Vše se nakonec za pomoci zdatného vedoucího povedlo, za což mu dlužím velký dík.

Samotné mechanické pohyby jednotlivých os digitálního řízení jsou prováděny krokovými motory. Krokový motor je složen jako většina motorů ze statoru a rotoru. K jeho ovládání je použito postupné spínání jednotlivých cívek statoru. Běžné krokové motory mají dnes krok o velikosti $1,8^\circ$ na otáčku, což odpovídá přibližně počtu 50 zubů rotoru a 4 fázím. Pro přesnější pohyb lze použít i mikrokrokování. Z důvodů absence enkodérů u motorů je možná ztráta kroku v závislosti na druhu frézovaného materiálu a proto je nutné volit rychlost chodu programu.[1]

2.2 ZAPOJENÍ ROZVADĚČE

Celé zařízení běží na průmyslovém počítači C6015-0010 od společnosti Beckhoff, který používá pro real-time komunikaci protokol EtherCAT. Tento protokol byl vyvinut stejnojmennou firmou a v poslední době se stal rozšířenou technologií pro komunikaci typu Master-Slave mezi řídicími systémy a distribuovaným zařízením. Ohromnou výhodou je vysoká přesnost synchronizace a krátké časy cyklů.[2][3]

Průmyslový počítač je propojen s couplerem, na který jsou napojeny již jednotlivé ovládací karty. Je zde připojena jedna karta na vstupní signály s názvem EL1008, dále karta výstupů s označením EL2008 a tři karty EL7041 přímo pro ovládání jednotlivých krokových motorů. Zdroj rozvaděče je napájen 230V/AC, který následně rozvádí po celém rozvaděči 24V stejnosměrného napětí.[2]

Všechny vstupní a výstupní komponenty jsou vedeny přes svorkovnice, kvůli přehlednosti a také pro případ přetržení. Pro lepší případ popisu jsou zde přiloženy obrázky rozvaděče a to pohled zvenku (vlevo) i zevnitř (vpravo).



Obrázek 1: Pohled na rozvaděč

Z pohledu do rozvaděče je zřejmé, že v levé horní části se nachází zdroj, v pravé horní části je průmyslový počítač, který je přes koaxiální kabel připojen k řídicím kartám. Pro detailnější náhled je přiloženo schéma rozvaděče. Všechny silové vodiče jsou označeny červenou barvou, nulové modrou a signálové (24V) fialovou barvou.

Z čelní strany se nachází vypínač napájení, kontrolka stavu os a erroru (nahore). Na spodní části čelní strany se nachází přepínání manuálního a automatického ovládání a jednotlivé tlačítka pro pohyb jednotlivých os oběma směry. Střed dvířek je prázdný z důvodu možné budoucí montáže dotykového panelu. Celý rozvaděč ještě není kompletně hotový, chybí zde popisy a pár úprav.

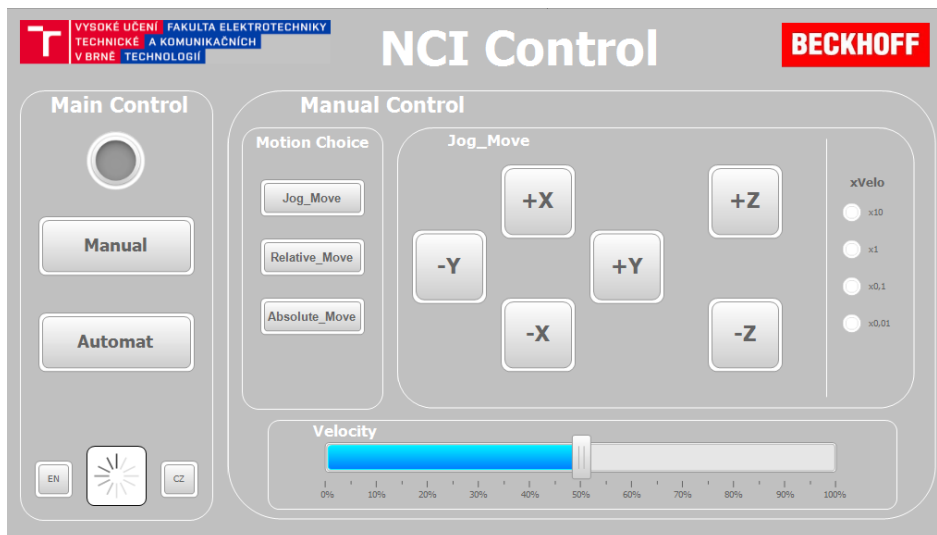
2.3 PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ

Celé programové řešení běží na softwaru TwinCAT 3. Prostředí tohoto programu je integrováno ve VisualStudiu pro lepší přehled. Běží na Windows operační systému, dalo by se říct, že běží i současně. Například při nastavení sdíleného jádra procesoru nebo dokonce i izolaci samotného jádra TwinCATu, lze ve vlastním počítači vytvořit fiktivní PLC.

Při prvním spuštění je zapotřebí nainstalovat síťové karty. Po připojení jednotlivých ovládacích karet lze naskenovat celkové zapojení, které nám potom v programu vytvoří strukturu celého zapojení. Každá karta EL7041, jakožto karta přímo na řízení krokového motoru, vytvoří fiktivní osu v programu, která následně lze být ovládána pomocí knihovních bloků. Jednotlivé pohyby manuál-

ního ovládání jsou realizovány knihovními funkcemi MC_Jog, MC_MoveRelative a MC_MoveAbsolute.

Samotný PLC program lze již programovat standardními PLC jazyky. Vlastní program je pak nadále psaný pomocí strukturovaného jazyku. Funkčnost G-kodu zajistí realizace interpolační skupiny, po její sestavení lze již ovládat program pomocí speciálních funkcí. Pro jádro samotného automatického programu je použita funkce case, jako stavový automat.



Obrázek 2: Hlavní strana vizualizace

Díky vizualizaci lze celou frézku ovládat buďto pomocí klávesnice, myši a obrazovky připojené přes DisplayPort nebo pomocí dotykového panelu. Zde lze také navíc měnit možnosti pohybů, měnit rychlost frézování a v automatickém režimu lze sledovat probíhající G-kód či stopnout, pozastavit a znovu spustit celý G-program.

3 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala přestavěním manuální vrtačkofrézky BF20L na CNC frézku a její řízení pomocí PLC. Všechny osy byly poháněny krokovými připojeními do speciálních řídících karet od společnosti Beckhoff. Softwarové řízení bylo provedeno pomocí programu TwinCAT 3, a průmyslového počítače. Práce ještě není zcela hotova a musí se provést pár úprav, jako například koncové čidla, homeování a offset při počátku frézování, popřípadě popisky tlačítek.

REFERENCE

- [1] *Pohonnatechnika* [online]. 2007 [cit. 2019-3-14]. Dostupné z: <http://www.pohonnatechnika.cz/skola/motory/krokovy-motor>
- [2] *Beckhoff* [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://infosys.beckhoff.com/>
- [3] *Automatizace.hw* [online]. 2017 [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/ethercat-automation-protocol.html>